

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 01 DEC 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 49 254.2

Anmeldetag:

20. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber:TransMIT Gesellschaft für Technologietransfer mbH,
35394 Gießen/DE**Bezeichnung:**Intraokulare Linseneinrichtung zur Verbesserung
des Sehvermögens bei Netzhauterkrankungen**IPC:**

A 61 F, G 02 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 9. November 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Klostermeyer

18/24

[Zusammenfassung]

Die Erfindung betrifft eine intraokulare Linseneinrichtung,
die insbesondere zur Behandlung von Erkrankungen der zentra-
len Netzhaut (Makula) mit noch gesunden Netzhautarealen
5 eingesetzt wird.

Das Hauptprinzip der vorliegenden Erfindung besteht darin,
dass zur Verschiebung des Brennpunktes von einem funktionsbe-
einträchtigten Bereich der Netzhaut zu einem funktionsfähigen
Bereich eine Linseneinrichtung vorgesehen ist, die mindestens
10 ein konvexes Linsenelement und mehrere keilförmige Ausnehmungen
umfasst.

Überraschenderweise wurde gefunden, dass eine deutliche
Reduktion der Dicke der Linseneinrichtung dadurch erzielbar
ist, dass mehrere keilförmige Ausnehmungen vorgesehen sind.

15

An138/Sel/He

[Patentanmeldung]

[Bezeichnung der Erfindung]

Intraokulare Linseneinrichtung zur Verbesserung des Sehvermögens bei Netzhauterkrankungen

5

[Beschreibung]

[Stand der Technik]

Die Erfindung betrifft eine intraokulare Linseneinrichtung, die zur Verbesserung des Sehvermögens bei Netzhaut- und insbesondere Makulaerkrankungen dient.

- 10 Häufige Ursachen für Sehbeeinträchtigungen beim Menschen sind krankhafte Veränderungen des Augenhintergrundes (Netzhaut, Aderhaut und Lederhaut). Diese Veränderungen können zur Herabsetzung der Netzhautfunktion führen. Die Aufgabe der Netzhaut ist die neurosensorische Bearbeitung und Weiterleitung des einfallenden Lichtreizes. An den pathologisch veränderten Netzhautarealen ist das Sehen beeinträchtigt bis
- 15 unmöglich, so dass es an diesen Stellen zu Gesichtsfeldausfällen kommen kann.

- Das normale Auge fokussiert mit Hilfe der brechenden Medien (Hornhaut und Linse) parallel einfallende Lichtstrahlen in die Makula. Die Makula ist ein Netzhautareal am hinteren Pol des Auges mit der höchsten optischen Auflösung. Bei krankhafter Veränderung der Makula kann es zu einer erheblichen Herabsetzung des Sehvermögens kommen. Die betroffenen Personen können keine üblichen Tätigkeiten wie Lesen oder Fahren
- 25 ausführen, da die Lichtstrahlen durch die natürliche biologische Linse auf die krankhaft veränderte Makula projiziert werden. Dadurch ist es für die Patienten unmöglich ein fixiertes Objekt zu erkennen. In den meisten Krankheitsfällen
- An138/Sel/He

ist nicht die gesamte Netzhaut bzw. Makula beschädigt, sondern weist noch gesunde Bereiche auf. Deshalb könnte das Sehen durch Ablenkung der Lichtstrahlen auf diese gesunden Netzhautstellen mit Hilfe einer intraokularen Linseneinrichtung erheblich verbessert werden.

Es sind bisher mehrere intraokulare Linseneinrichtungen bekannt, die zur Verbesserung des Sehvermögens bei Makuladerkrankungen vorgesehen sind.

Die US-amerikanische Patentschrift US-A-4581031 beschreibt eine intraokulare Linseneinrichtung zur Verbesserung der Sicht bei Patienten mit Verlust des zentralen Gesichtsfeldes. Dort handelt es sich um eine Linseneinrichtung zum Verschieben von Netzhautbildern mittels eines prismatischen Keils zu einem funktionierenden Teil der Netzhaut. In der Patentschrift EP 0897293 B1 wurde diese Erfindung verbessert, indem ein Paar von intraokulären Linsen verwendet wird, welche das Sehen von Zielen in verschiedenen Entfernungen ermöglichen. Zur Verschiebung des Brennpunktes auf der Netzhaut wurde ebenfalls ein prismatischer Keil verwendet, der aus einem Material mit einem hohen Brechungsindex im Bereich von 1,5-1,6 besteht.

Die Offenlegungsschrift DE 19751503 A1 zeigt eine prismatische intraokulare Linse, die zum Ersatz der menschlichen Linse im Auge mit integriertem konzentrischen Prisma zur Verbesserung des Sehvermögens nach Kataraktoperationen bei Patienten mit Erkrankungen der zentralen Netzhautgebiete (z.B. der Makula) eingesetzt werden kann. Da die Vorrichtungen ins Auge eingeführt werden, muss gewährleistet werden, dass sie nicht verrutschen. Dies wird nach dem Stand der Technik mittels Halterungsteilen (Haptiken) erreicht. Man kann aber auch andere Fixierungsvorrichtungen verwenden, die das Verrutschen verhindern.

Die vorgenannten Vorrichtungen aus dem Stand der Technik weisen folgende Nachteile auf:

An138/Sel/He

1. Die Vorrichtungen aus US-A-4581031, DE 19751503 A1 und EP 0897293 B1 müssen voluminös sowie starr und damit schwer ausgelegt sein, um eine optische Korrektur-Wirkung in Form einer Verschiebung des Brennpunktes zu bewirken. Zudem müssen
5 für eine ausreichende Verschiebung des Brennpunktes Materialien mit relativ hohen Brechungsindizes verwendet werden (nach dem Stand der Technik etwa 1,5 bis 1,6).

2. Das Sehvermögen wird durch die Defokussierung (DE 19751503 A1) nur zu einem sehr geringen Teil wiederhergestellt. Die
10 kreisförmige Brennzone führt lediglich zu einer Aufhellung des Gesichtsfeldes.

Damit sind diese Vorrichtungen nur bei einer kleinen Anzahl von Patienten anwendbar und führen bei diesen Patienten zu nur mäßiger optischer Verbesserung bei sehr schlechtem Trage-
15 komfort.

[Aufgabe der Erfindung]

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Linseneinrichtung zu schaffen, die eine kleinere Gesamtgröße aufweist und das Sehvermögen des erkrankten Menschen höchstmöglich verbessert,
20 wozu die Linseneinrichtung möglichst weit an das Krankheitsbild anpassbar sein sollte.

Durch die gewünschte Größenreduktion können operationsbedingte Komplikationen bedeutend verringert und die Genesungszeit der Patienten verkürzt werden, da der Chirurg einen kürzeren
25 Schnitt zum Einführen der Linse in das Auge benötigt. Insbesondere durch die Faltbarkeit der intraokulären Optik kann die Schnittlänge nochmals verringert werden.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Linseneinrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Fig. 1 zeigt die entwir-
30 ckelte Einrichtung in einem ersten Ausführungsbeispiel.

Bei der Lösung dieser Aufgabe sind zwei Einflußgrößen mit gegenläufigen Auswirkungen zu berücksichtigen.

An138/Sel/He

5 Einerseits muss die Dicke der Einrichtung minimiert werden, um sich an die Geometrie des Auges anpassen zu können; andererseits soll sie eine bestimmte Dicke aufweisen, um ein Bild zu einem gesunden Bereich auf der Netzhaut verschieben zu können.

10 Das Hauptprinzip der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass zur Verschiebung des Brennpunktes -der von einem oder mehreren konvexen Teilen der Linseneinrichtung erzeugt wird- von einem funktionsbeeinträchtigten Bereich der Netzhaut zu einem funktionsfähigen Bereich, mehrere keilförmige Ausnehmungen in der Linseneinrichtung vorgesehen sind, wobei die keilförmigen Ausnehmungen geneigte Flächen aufweisen, die die Verschiebung eines oder mehrerer Brennpunkte bewirken.

15 Der Neigungswinkel der geneigten Flächen muss dabei nicht für alle geneigten Flächen der Ausnehmungen gleich sein.

20 Überraschenderweise wurde gefunden, dass eine deutliche Reduktion der Dicke der Linseneinrichtung dadurch erzielbar ist, dass mehrere keilförmige Ausnehmungen z.B. auf der Rückseite, d.h. der Netzhaut zugewandten Seite vorgesehen sind, z.B. in Form eines Fresnel-Prismas, wobei gleichzeitig eine ausreichende Verschiebung des Brennpunktes einstellbar bleibt.

25 Die unten aufgeführte Tabelle zeigt für bestimmte Brechungsindizes von möglichen Materialien (Spalte 1) den benötigten Prismenwinkel (Spalte 2) und vergleicht dann die zusätzliche Dicke, die eine Linsenvorrichtung aus dem Stand der Technik zu einer intraokularen Linse hinzufügt mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung (Spalten 3 und 4). Die zusätzliche Dicke, die z.B. durch eine Fresnel-Linse verursacht wird, ist um
30 einen Faktor N (N ist die Anzahl der Perioden) kleiner. Ist z.B. $N = 10$, dann wird die erfindungsgemäße Vorrichtung um einen Faktor 10 dünner. Die Linsenvorrichtung aus dem Stand

An138/Sel/He

5/24

der Technik ist plan-konvex, typischerweise 6 mm Durchmesser, und hat den Brennpunkt im Abstand a .

Brechungsindex n_1 des optischen Materials	Prismenwinkel ε für eine Verschiebung von 1,0 mm (in Grad)	Zusätzliche Dicke bei einer aus dem Stand der Technik bekannten intraokularen Linse mit einem Durchmesser von 6,0 mm für ein gewöhnliches Prisma (in mm)	Zusätzliche Dicke einer Fresnel-Linse mit 10 Perioden (in mm)
1,45	34,0	3,4	0,34
1,50	25,3	2,6	0,26
1,55	20,0	2,0	0,20
1,60	16,4	1,7	0,17

Der benötigte Prismenwinkel kann mittels der folgenden Formel berechnet werden (Es gibt natürlich auch andere Formeln bzw. Approximationen):

$$\arcsin\left(\frac{d}{a}\right) = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin \varepsilon\right) - \varepsilon,$$

wobei

- ε : Prismatischer Winkel (36)
- 10 d : Abstand von der Makula (22) zu dem gewünschten gesunden Punkt auf der Netzhaut (46)
- a : Abstand von der Makula (22) zur hinteren Ebene der intraokularen Linse (30).
- n_1 : Brechungsindex des intraokularen Linsenmaterials
- 15 n_2 : Brechungsindex des Kammerwassers/Glaskörpers (typischerweise 1,336).

In obiger Tabelle wurde die Formel numerisch gelöst. Als weitere typische Parameter wurden verwendet: $d = 1,0$ mm; $a = 17,0$ mm und $n_2 = 1,336$.

- 20 Die Dicke der intraokularen Linseneinrichtung wird durch die Auswahl bestimmter Materialien mit spezifischen Brechungs-

An138/Sel/He

dizes kontrolliert, wobei der für eine bestimmte Bildverschiebung erforderliche Winkel z.B. der Fresnel-Prismen oder der keilförmigen Ausnehmungen kleiner ist, wenn der Brechungsindex höher ist.

- 5 Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Einrichtung besteht darin, dass diese in einem Ausführungsbeispiel einstückig ausgebildet ist, wobei die Einrichtungen aus dem Stand der Technik mehrstückig ausgeführt sind, was zu Problemen bei der Implantierung und der Verträglichkeit der körperfremden
- 10 Linseneinrichtungen führen kann, da mehrstückige Linseneinrichtungen meist nicht die zur Implantation gewünschte Faltbarkeit (große Operationswunde (Skleralunnel-Schnitt) nötig) und die gewünschte Verträglichkeit aufweisen.

- Die Implantationsorte der intraokularen Linseneinrichtung
- 15 können verschiedene Bereiche des Auges (Vorderkammer, Hinterkammer oder Kapsel der natürlichen Linse) sein. Je nach Implantationsort sind die Halterungsvorrichtungen entsprechend nach dem Stand der Technik anzupassen.

20 [Beispiele]

Ausführungsbeispiele sind in den Zeichnungen 1 bis 8 und der weiteren Beschreibung dargestellt:

- Fig.1 stellt das Auge des Menschen in Schnittansicht mit der erfindungsgemäßen Linseneinrichtung (30) in der ersten
- 25 Ausführungsform dar.
- Fig.2 stellt eine Detailansicht von Fig. 1. dar, umfassend ferner eine Schutzschicht (34).
 - Fig.3 stellt ein Ausführungsbeispiel mit einem glatten Segment auf der zur Makula (22) gewandten Seite der Einrichtung dar./
- 30
- Fig.4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit zwei unterschiedlichen Neigungswinkeln (36, 37).

An138/Sel/He

- Fig. 5 zeigt ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel, bei dem als konvexer Teil der Linseneinrichtung die Segmente einer Fresnel-Linse (48) im vorderen Teil der Linseneinrichtung und die keilförmigen Ausnehmungen (32) im hinteren, der Makula zugeordneten Teil, der Linseneinrichtung vorgesehen ist. Die Linseneinrichtung wird durch die dicken durchgezogenen Linien dargestellt.
- Fig. 6 und 7 zeigen eine weitere vorteilhafte Ausführungsform, bei der die Linseneinrichtung durch eine Wand in zwei getrennte Kammern unterteilt ist.
 - Die erste Kammer, d.h. der vordere Teil der Linseneinrichtung ist aus elastischem transparentem Material ausgelegt, so dass die Krümmung und damit die Brennweite des konvexen Teils variierbar ist.
 - Die zweite Kammer ist so ausgebildet, dass der transparente Träger der keilförmigen Ausnehmungen gegen diese drehbar angeordnet ist, wobei die Drehung gegen die Vorspannung eines elastischen Elementes erfolgt. Somit kann die Neigung der schrägen Flächen der Ausnehmungen variiert werden. Die Drehung kann durch einen eigenen Antrieb direkt im Drehelement (49) erfolgen oder durch Zuführung eines transparenten Fluides (68) in die zweite Kammer erfolgen, so dass durch den erhöhten Innendruck in der Kammer oder einer darin angebrachten Hülle, Druck auf das drehbare Trägerelement der Ausnehmungen ausgeübt wird.
 - Fig. 8 zeigt einen Ausschnitt einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform, bei der die keilförmigen Ausnehmungen jeweils eine drehbare, bewegliche, transparente und geneigte Fläche aufweisen. Jeder dieser drehbaren geneigten Flächen ist ein elastisches Element zugeordnet, welches gegen die Drehung vorgespannt ist.

Fig. 1 zeigt ein menschliches Auge im Schnittbild (10) mit der erfindungsgemäßen Linseneinrichtung (30). Parallel zur

An138/Sel/He

Symmetrieachse (42) der Linseneinrichtung einfallendes Licht (40) wird durch den vorderen konvexen Teil der Linseneinrichtung in einem Brennpunkt gebündelt und durch die geneigten Flächen der keilförmigen Ausnehmungen (32) in einen neuen Brennpunkt (46) auf die gesunde Netzhaut (20) bzw. Makula (22) verschoben.

Fig. 2 zeigt die Einrichtung gemäß Fig. 1 jedoch mit einer Schutzschicht (34) zur Vermeidung

a) der Ablagerung von Partikeln oder Zellen in den Ausnehmungen (32)

b) von Reflexionen an der Linseneinrichtung nach Durchtritt durch diese und damit von Streulichteinfällen der Linseneinrichtung auf die Netzhaut, wozu die Schutzschicht (34) mit Antireflexionsmitteln versehen ist.

15 Dies erleichtert auch die Nachstar-Behandlung mit Hilfe von chirurgischen und/oder lasertechnischen Methoden. Deutlich zu erkennen ist der normale und der modifizierte Strahlengang (43,44). In diesem Beispiel weisen alle Ausnehmungen (32) geneigte Flächen mit dem gleichen Winkel (36) auf. Auf der von der Netzhaut abgewandten Seite ist ein UV-Schutz-Film oder Schicht (38) aufgetragen, da neueste Forschungsergebnisse gezeigt haben, dass die Eintrübung der Linse offenbar nicht nur krankhaft ist, sondern auch einen Schutz der dahinter gelegenen Netzhaut vor UV-Strahlung darstellt.

25 Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem im Bereich der optischen Symmetrieachse keine Ausnehmungen (32) vorgesehen sind, um die zentralen Lichtstrahlen ungehindert durchzulassen.

Fig. 4 zeigt das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3, jedoch mit verschiedenen Neigungswinkeln (36, 37). Somit können verschiedene Bildteile verschieden stark verschoben werden.

Anl38/Sel/He

Fig. 5 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungs-
 gemäßen Linseneinrichtung (30), bei der an Stelle eines
 einseitig zumindest teilweise konvexen Linsen-Teils (33),
 mehrere konzentrische konvexe Segmente (48) einer Fresnel-
 5 Linse vorgesehen sind und die keilförmigen Ausnehmungen auf
 der gegenüberliegenden, der Makula (22) zugewandten Seite
 angebracht sind (Die Periode der Fresnel-Linse und der Pris-
 men kann dabei unterschiedlich voneinander sein).

Gegenüber einer durchgängigen, einseitig konvexen Linse oder
 10 Teilen davon kann so nochmals die Dicke der Linseneinrichtung
 reduziert werden.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform (nicht dargestellt)
 ist dadurch erzielbar, dass die der Makula zugewandte Seite
 der Linseneinrichtung eben ausgeführt ist und die andere
 15 Seite solche geformte Segmente aufweist, wie sie sich erge-
 ben, wenn man zu den konzentrischen konvexen Segmenten (48)
 einer Fresnel-Linse die angeschrägten Keile der Prismenein-
 richtung hinzuaddiert, und somit die Linsenwirkung und die
 Verschiebung des Brennpunktes in einem Fresnel-Element kombi-
 20 niert. Diese vordere Seite ist in Fig. 5 dargestellt. Dadurch
 lässt sich die Dicke der Linseneinrichtung noch weiter redu-
 zieren. Aus Fertigungsgründen ist es bei dieser Ausführungs-
 form jedoch vorteilhaft, die Einrichtung zu verstärken und
 die Ausnehmungen der kombinierten Fresnel-Elemente aus einem
 25 ausreichend dicken Materialblock zu entnehmen.

Fig. 6 zeigt eine ganz besonders bevorzugte Ausführungsform,
 in der im vorderen Teil der Linseneinrichtung, als Teil einer
 vorderen Kammer (54) ein in der Krümmung veränderbares konvex-
 30 es Linsenelement vorgesehen ist. Dieses Linsenelement kann
 z.B. im Falle der Vorsehung von Pumpmitteln an der Linsenein-
 richtung, durch Zuführung oder Entnahme von z.B. Kammerflüs-
 sigkeit oder einer auf den Brechungsindex des Hüllenmaterials
 und/oder der Kammerflüssigkeit abgestimmten Flüssigkeit, oder

An138/Sel/Hc

durch Volumenveränderungsmittel in der Krümmung verändert werden.

Fig. 7 zeigt eine weitere ganz besonders bevorzugte Ausführungsform, bei der eine zweite, hintere Kammer (55), von der ersten (54) durch eine Wandung (56) getrennt vorgesehen ist. In dieser kann gemäß Fig. 7 eine elastische transparente Hülle (53) vorgesehen werden. Einen Teil dieser zweiten Kammer bildet ein transparentes Trägerelement (67) für mehrere keilförmige Ausnehmungen (32), welches gegen den ersten vorderen Linsenteil oder die vordere Kammer (54) durch ein Drehelement (49) drehbar gelagert ausgeführt ist. Ein elastisches Element ist mit dem Trägerelement (67) verbunden und gegen die Drehung des Elementes (67) vom restlichen Teil der hinteren Kammer (55) vorgespannt. Dabei ist zu vermeiden, dass die senkrechten Flächenstücke der Keile aus der parallelen Stellung zur optischen Achse herausrotiert werden, so dass diese nicht am „optischen Strahlengang“ teilnehmen können.

Durch Zuführung oder Entnahme von z.B. Kammerflüssigkeit oder einer auf den Brechungsindex des Hüllenmaterials und/oder der Kammerflüssigkeit abgestimmten Flüssigkeit, z.B. durch die gleichen oder die selben Pumpmittel wie für die erste vordere Hülle, kann so das hintere Trägerelement, durch Volumenzunahme in einer in der Kammer (55) vorgesehenen elastischen Hülle (53), in der Neigung gegen die optische Achse veränderbar ausgeführt werden, so dass die veränderbare Neigung der keilförmigen Ausnehmungen (32) zu einer größeren oder kleineren Verschiebung des Brennpunktes führt.

Fig. 8 zeigt einen Teil einer weiteren Ausführungsform bei der in der zweiten, hinteren Kammer (55) keine elastische Hülle vorgesehen ist. Den keilförmigen Ausnehmungen ist jeweils eine bewegliche transparente und geneigte Fläche zugeordnet, welche durch Drehelemente (49) drehbar gelagert ist. Jeder dieser beweglichen geneigten Flächen ist ein elastisches Element (50) zugeordnet. Die Drehung der bewegli-

An138/Sc1/He

chen, geneigten Flächen erfolgt hierbei in dem Fall, dass durch die zugeordneten Pumpmittel der Innendruck der hinteren Kammer (55) erhöht wird. Gegenüber dem Ausführungsbeispiel in Fig. 7 ist hierbei vorteilhaft, dass eine Kompensation der Drehung der -im ungedrehten Zustand, waagerechten- Stücke, welche parallel zur optischen Achse verlaufen, nicht kompensiert werden muss.

Als Pumpmittel können z.B. nanostrukturierte Mittel eingesetzt werden, die das Phänomen der akustischen Oberflächenwellen, ggf. unterstützt durch Adhäsionskräfte ausnutzen. Solche Pumpmittel sind zur Zeit (Mai 2003) z.B. bei der Firma Advalytix AG in 85649 BRUNNTHAL erhältlich. Besonders vorteilhaft ist es hierbei solche Pumpmittel einzusetzen, deren Leistungsaufnahme ein Maß für den im Augeninneren herrschenden Druck darstellen. So könnte der Augeninnendruck über die Messung der Pumpleistung der Pumpmittel von aussen gemessen werden.

Als Energieversorgungsmittel für die Volumenveränderungs- oder Pump-Mittel können implantierte Batterien oder Empfänger und/oder Wandler für die Energiezufuhr von außerhalb des Körpers des Patienten, z.B. durch elektro- und/oder magnetische Felder vorgesehen werden. Als Medien zur Volumenveränderung kann neben der im Augapfel befindlichen Kammerflüssigkeit ein transparentes Medium, z.B. auch nicht flüssiges Medium eingesetzt werden, welches in seiner Brechzahl an die Brechzahl der Kammerwandungen und/oder elastischen Hülle (53) angepasst ist.

Wie dem Fachmann sofort ersichtlich ist, können an Stellen ohne keilförmige Ausnehmungen oder konvexen Linsenteilen oder Segmenten einer Fresnel-Linse, aber auch in Kombination mit diesen, weitere optische Mittel, wie z.B. Linsen zur Nahfeldkorrektur vorgesehen sein. Weitere optische Mittel können natürlich -aufgrund der erfindungsgemäß gewonnenen Reduktion der Dicke der Linseneinrichtung- im Strahlengang vor oder

An138/Se1/He

12/24

hinter der erfindungsgemäßen Linseneinrichtung angeordnet
worden. Zudem kann die Fresnel-Linse selbst aufgrund ihres
flexiblen Designs Zonen unterschiedlicher sphärischer oder
auch nicht-sphärischer Krümmung aufweisen, um zusätzliche
5 optische Effekte zu erzielen, z.B. zur Realisierung einer
multifokalen Wirkung für gleichzeitiges Nah- und Weitsehen.

An138/Sel/He

[Bezugszeichenliste]

- 10 Auge
- 12 Hornhaut
- 14 Iris
- 5 16 Sulcus ciliaris
- 20 Netzhaut (Retina)
- 22 Makula
- 24 Glaskörper
- 10 26 Sehnerv
- 30 Linseneinrichtung oder intraokulare Linse
- 31 Haptik-Haken (Halteungsteile)
- 32 keilförmige Ausnehmungen
- 15 33 konvexer Linsenteil einer Standardlinse
- 34 Schutzschicht
- 36 Prismenwinkel
- 37 zweiter Prismenwinkel
- 38 UV-Schutz-Film
- 20 40 einfallendes Licht
- 42 Symmetrieachse der intraokularen Linse
- 43 normaler Strahlengang im Auge
- 44 fokussierter und abgelenkter Lichtstrahl
- 25 46 neuer, verschobener Brennpunkt auf der gesunden Netzhaut
- 48 Segmente einer Fresnel-Linse
- 49 Drehelement
- 50 elastisches Element
- 30 51 Volumenänderungsmittel
- 52 Pumpmittel
- 53 elastische, transparente Hülle
- 54 erste, vordere Kammer
- 55 zweite, hintere Kammer
- 35 56 Wandung
- 66 elastischer, konvexer Linsenteil
- 67 Trägerelement für Ausnehmungen (32)
- 68 transparentes Fluid
- 40 69 Zu-, Abfuhrkanäle.

An138/Sel/He

14/24

[Patentansprüche]

1. Linseneinrichtung zur Behandlung von Sehbeeinträchtigungen umfassend ein Fixierungselement zum Befestigen dieser im Auge, dadurch gekennzeichnet, dass diese mindestens ein konvexes Linsenelement und mehrere keilförmige Ausnehmungen (32) aufweist.
2. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die konvexen Linsenelemente als Segmente einer Fresnel-Linse (48) ausgeführt sind.
3. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 bis 2 dadurch gekennzeichnet, dass die keilförmigen Ausnehmungen (32) unterschiedliche Winkel (36, 37) aufweisen.
4. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, dass die Rückseite eine Beschichtung oder Schutzschicht (34) als Auffüllung der Ausnehmungen aufweist, wobei die Schutzschicht (34) Antireflexionsmittel aufweist, welche die Reflexion von Licht an den Begrenzungen der Linseneinrichtung nach Durchtritt durch die Linseneinrichtung verhindert.
5. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (34) und/oder das Material der Einrichtung einen Brechungsindex gleich dem der Kammerflüssigkeit aufweist.
6. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Linseneinrichtung eine vordere und eine hintere Kammer (54, 55) aufweist, welche durch eine ebenfalls transparente Wandung (56) getrennt sind, wobei die von der Netzhaut abgewandte vordere Kammer mindestens ein konvexes, elastisches Element aufweist, so dass durch

An138/Sel/He

Einstellung der Krümmung dieses Elementes die Brennweite dieses Elementes variierbar ausgeführt ist.

7. Linseneinrichtung nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet,
 5 dass die Linseneinrichtung in der hinteren, der Netzhaut zugewandten Kammer eine transparente elastische Hülle (53) aufweist und die hintere Kammer ein Trägerelement (67) für die Ausnehmungen (32) aufweist, welches gegen den Rest der hinteren Kammer drehbar gelagert ausgeführt ist, so dass der Neigungswinkel der geneigten Flächen der
 10 Ausnehmungen (32) verstellbar ist.
8. Linseneinrichtung nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet,
 dass das Trägerelement mit einem gegen die Drehung vorgespannten elastischen Element (50) verbunden ist.
9. Linseneinrichtung nach Anspruch 6 bis 8 dadurch gekennzeichnet,
 15 zeichnet, dass jede Kammer (54, 55) mit einem Zu- und Abfuhrkanal (70) verbunden ist, welchem jeweils direkt oder vermittelt über ein Ventil oder mehrere Ventile mindestens ein Pump- oder Volumenveränderungsmittel (51, 52) zugeordnet ist, so dass bei Aktivierung der Pump- oder
 20 Volumenveränderungsmittel entweder das elastische, konvexe Element der vorderen Kammer (54) und/oder die elastische Hülle (53) eine Formveränderung erfährt und auslöst durch die Formänderung der Hülle (53) das Trägerelement (67) für die Ausnehmungen (32) eine Drehung erfährt.
- 25 10. Linseneinrichtung nach Anspruch 6 und 9 dadurch gekennzeichnet, dass in der hinteren, der Netzhaut zugewandten Kammer (55) den keilförmigen Ausnehmungen jeweils eine bewegliche transparente und geneigte Fläche zugeordnet ist, welche drehbar gelagert durch Drehelemente (49) ausgeführt sind, wobei jeder dieser drehbar geneigten Flächen ein elastisches Element (50) zugeordnet ist und im
 30 Falle des Rückbezugs auf Anspruch 9, bei Aktivierung der, der vorderen Kammer zugeordneten Pump- oder Volumenveränderungsmittel (51, 52) die geneigten Flächen eine Drehung

An138/Sel/He

erfahren, so dass der Brennpunkt auf der Netzhaut verschiebbar ausgeführt ist.

11. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 und 10 dadurch gekennzeichnet, dass jede Kammer (54, 55) mit einem transparenten Medium, vorzugsweise fluiden Medium gefüllt ausgeführt ist, dessen Brechungszahl an die der Kammerflüssigkeit und/oder der transparenten, elastischen Hülle (53) und/oder der Wandung (56) angepasst ausgeführt ist.
12. Linseneinrichtung nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, dass als Energieversorgungsmittel für die Volumenveränderungs- oder Pump-Mittel implantierte Batterien oder Empfänger und/oder Wandler für die Energiezufuhr von außerhalb des Körpers des Patienten, z.B. durch elektro- und/oder magnetische Felder vorgesehen sind.
13. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 bis 12 dadurch gekennzeichnet, dass an Stellen ohne keilförmige Ausnehmungen oder konvexen Linsenteilen oder Segmenten einer Fresnel-Linse, aber auch in Kombination mit diesen, weitere optische Mittel, wie z.B. Linsen zur Nahfeldkorrektur vorgesehen sind, wobei diese -aufgrund der erfindungsgemäß gewonnenen Reduktion der Dicke der Linseneinrichtung- auch im Strahlengang vor oder hinter der erfindungsgemäßen Linseneinrichtung vorgesehen sein können.
14. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 bis 13 dadurch gekennzeichnet, dass die Linseneinrichtung mindestens einen UV-Schutz-Film (38) zum Schutz der Netzhaut vor UV-Strahlung aufweist.
15. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 bis 14 dadurch gekennzeichnet, dass die Linseneinrichtung zur Verkleinerung des Skleratunnel-Schnittes faltbar oder elastisch ausgeführt ist.
16. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 bis 15 dadurch gekennzeichnet, dass die Linseneinrichtung auf einer Seite mehrere keilförmige Ausnehmungen und auf der anderen Seite eine Superposition von sphärischen und nicht-sphärischen

An138/Sel/IIc

Segmenten einer oder mehrerer Fresnel-Linsen (48) aufweist.

17. Linseneinrichtung nach Anspruch 1 bis 16 dadurch gekennzeichnet, dass die Linseneinrichtung auf einer Seite plan und auf der anderen Seite eine Superposition von keilförmigen Ausnehmungen (32) und sphärischen und nicht-sphärischen Segmenten einer oder mehrerer Fresnel-Linsen (48) aufweist.
18. Linseneinrichtung nach Anspruch 9 bis 16 soweit rückbezogen auf Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, dass die Pump- oder Volumenveränderungsmittel eine Kennlinie aufweisen, die aus der aufgenommenen Pump- oder Volumenänderungsleistung Rückschlüsse auf den Gegendruck erlaubt, gegen den die Pump- oder Volumenänderungsmittel arbeiten, so dass über die Messung der aufgenommenen Leistung eine Bestimmung des Druckes im Inneren des Auges möglich ist.

Anl38/Sel/He

Anzahl anhängender Figuren: 8 Stück auf 6 Seiten

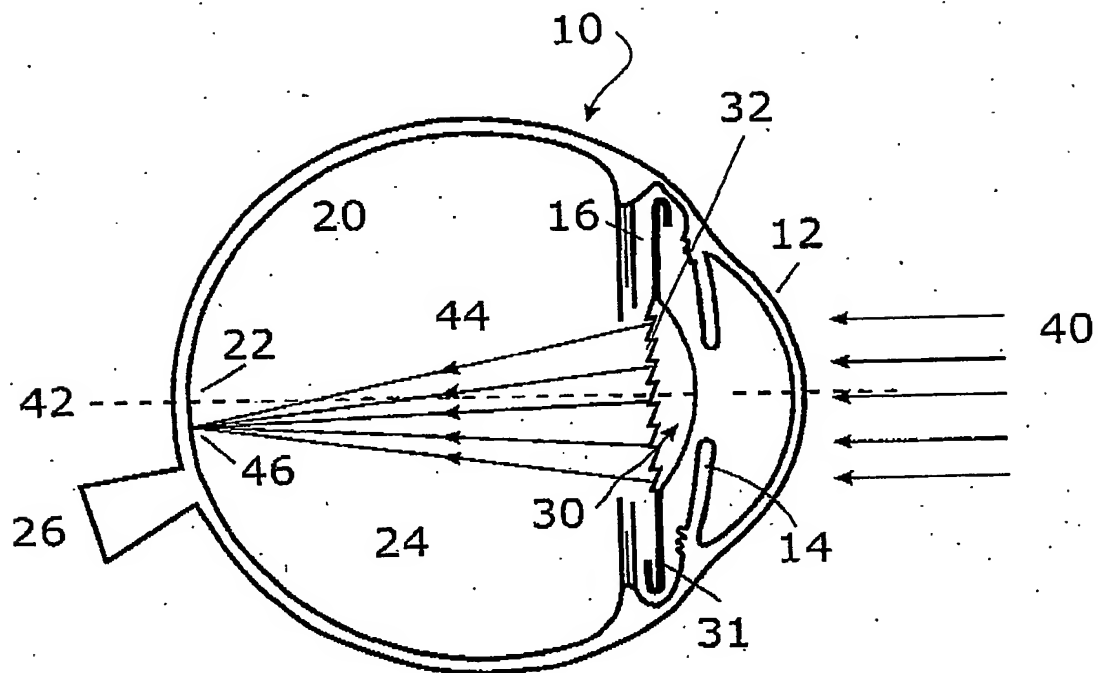


Fig.1

An138/Sel/He

2/6, 24

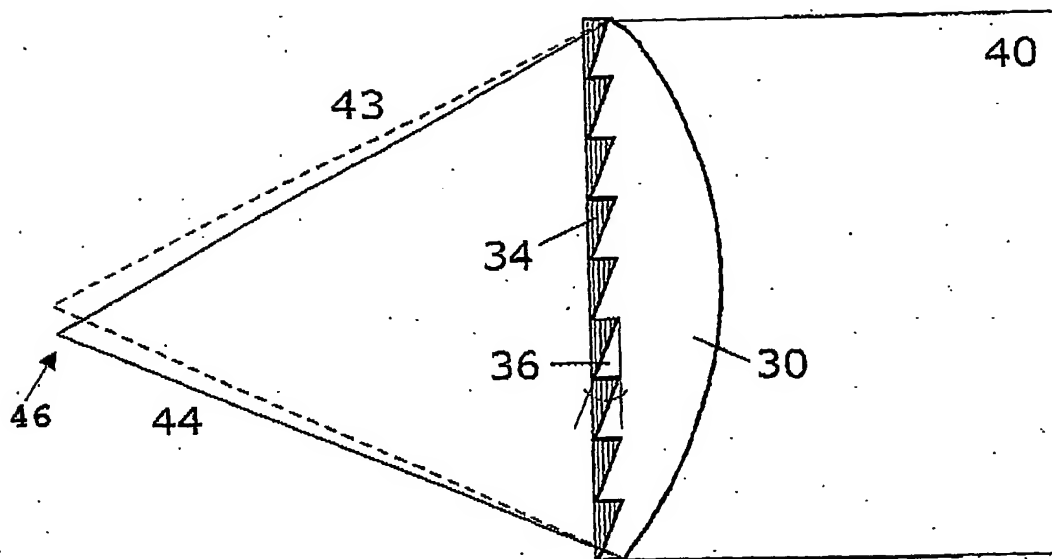


Fig. 2

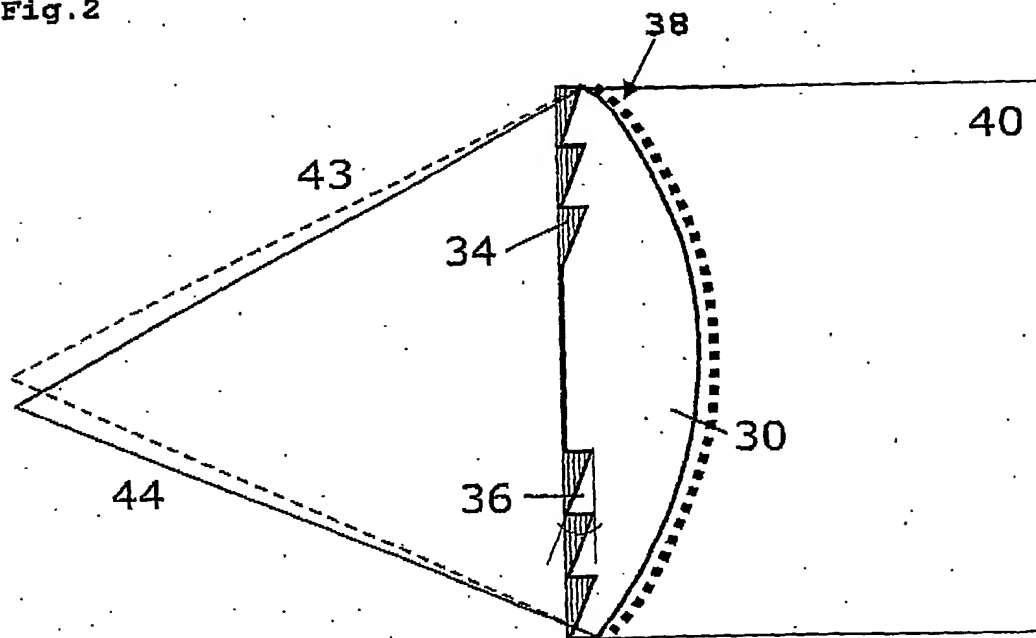


Fig. 3

An138/Sel/He

3/6, 24

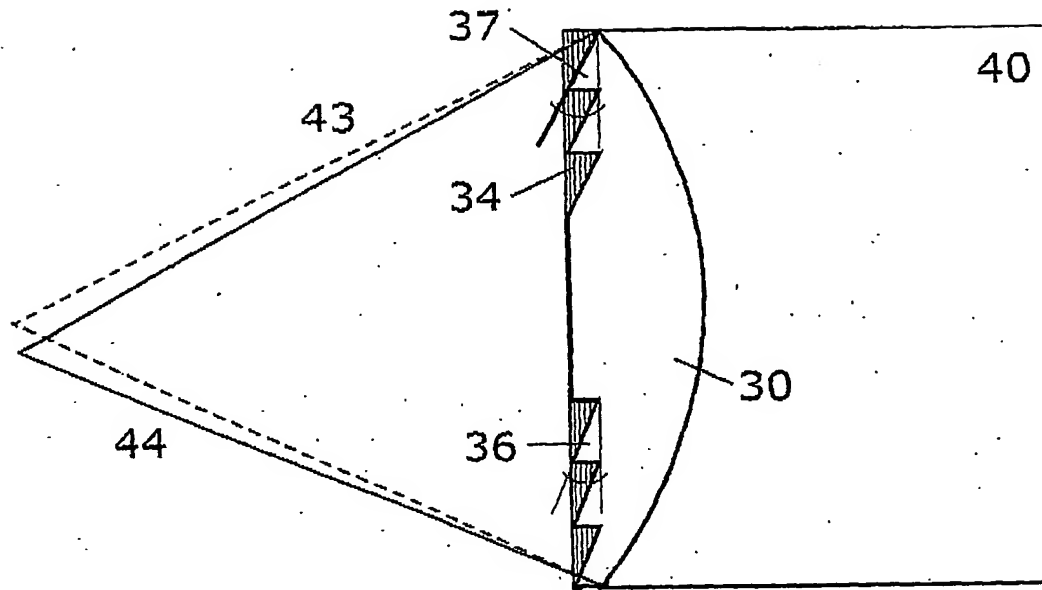


Fig. 4

Anl38/Sel/He

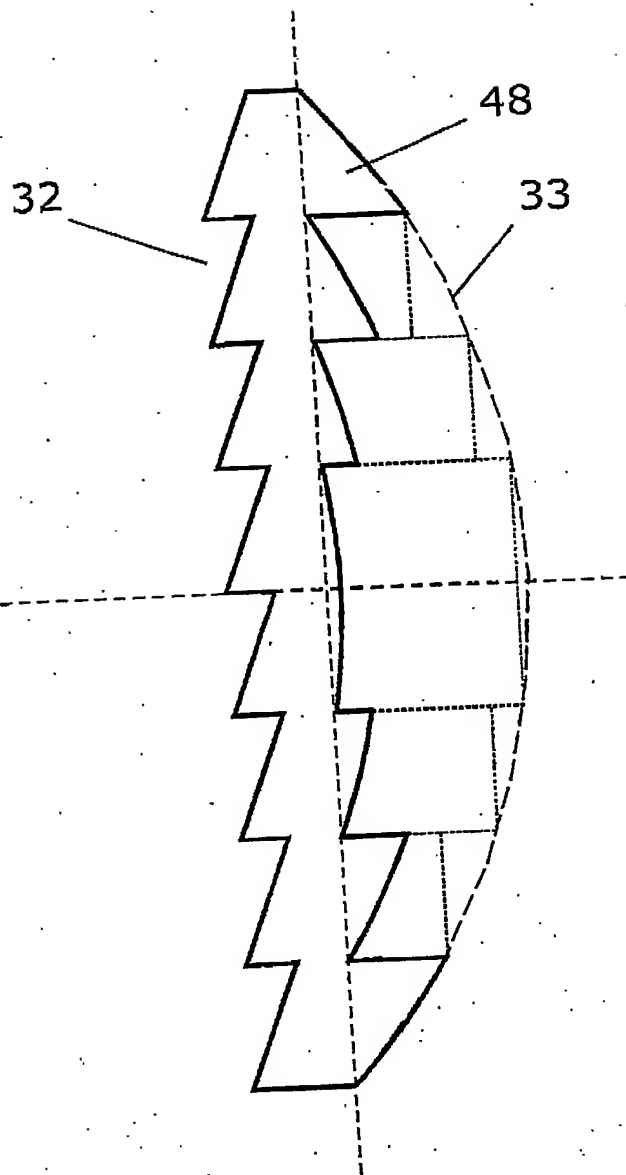


Fig. 5

An138/Sel/He

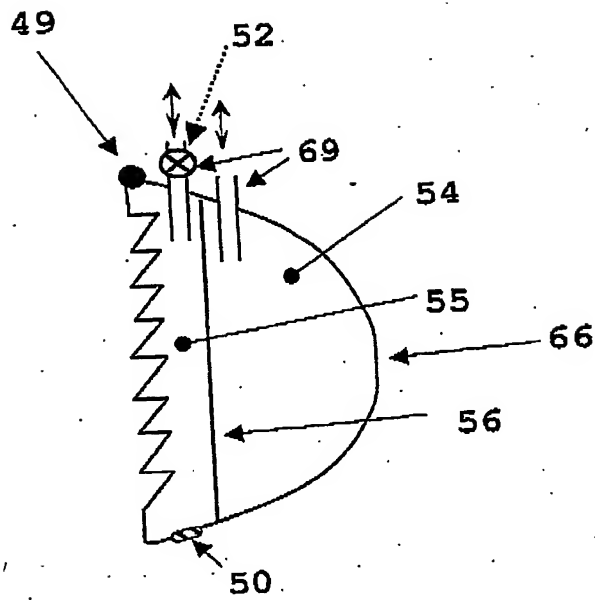


Fig. 6

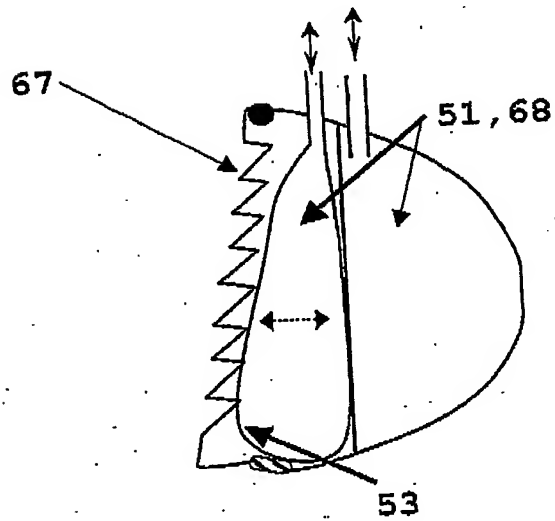


Fig. 7

An138/Sel/He

6/6,24

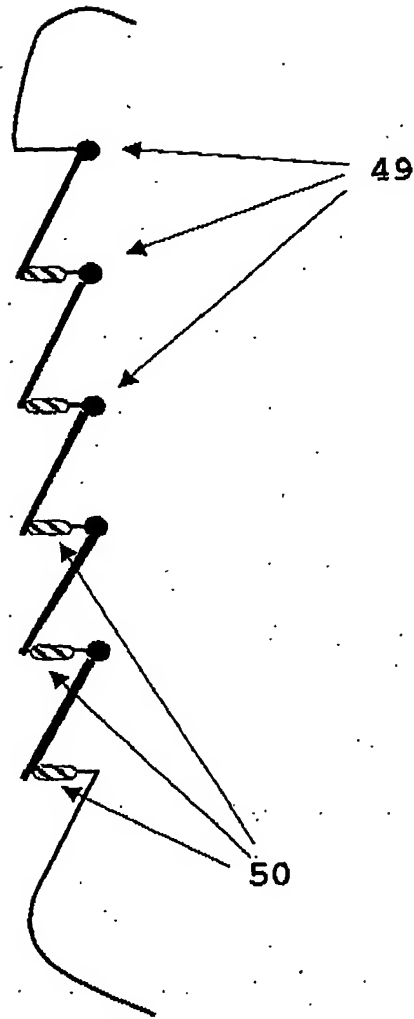


Fig. 8

An138/Se1/He

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED TEXT OR DRAWING~~
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.